

Mini-projet UniRAIL

1. Objectifs

Connaissances et compétences développées.

- Développement de contrôleurs temps-réel sur système linux adapté
- Développement d'une application distribuée exploitant la messagerie industrielle
- Localisation temps réel des trains et asservissement de leur vitesse en fonction de la localisation de et des autorisations de mouvement.
- Développement d'une supervision industrielle.

2. Sujet

Contexte de l'application

Nous désirons réaliser le contrôle de trois trains sur la plateforme UniRAIL de Centrale Lille. Ce contrôle devra automatiser les principes de contrôle d'ERTMS/ETCS niveau 2. L'application sera développée dans un contexte d'une mise en œuvre distribuée et temps réel.

L'application devra permettre de contrôler 3 trains faisant respectivement les circuits suivants (Les circuits sont définis à partir des cantons empruntés par chacun des trains. Le premier canton donné est le circuit de départ et de fin d'un cycle de circuit) :

circuit 1 : C1-C2-C3-C12-C13-C7-C8-C9-C1

circuit 2 : C21-C17-C11-C26-C25-C20-C21

circuit 3 : C22-C23-C24-C25-C26-C27-C28-C29-C11-C12-C13-C7-C8-C9-C22

On positionnera manuellement chaque train sur le canton de départ de son circuit. La mission de chaque train, sera d'effectuer le nombre de tours spécifiés par le gestionnaire de trafic.

Les trains doivent circuler sans collisions.

Architecture opérationnelle de commande

Elle est composée d'un calculateur au sol qui émule le fonctionnement d'un Radio Bloc Center (RBC) et d'un calculateur de type Raspberry Pi embarqué sur chaque train (EVC ou European Vital Computer). Les EVC communiqueront avec le RBC par liaison wifi en utilisant la pile protocolaire TCP/IP. On dispose également d'un superviseur sur PC permettant d'indiquer à chaque train sa mission voire de modifier cette mission en cours de fonctionnement.

Dans le train, l'EVC communique avec d'autres calculateurs à l'aide du Bus CAN embarqué dans chaque train. De même, pour gérer l'infrastructure au sol, le RBC communiquera avec les cartes de contrôle/commande de l'infrastructure par le Bus CAN Infra. Sur ce bus, on retrouvera plusieurs types de cartes de contrôles :

- Des cartes permettant de contrôler la position d'aiguillages et de contrôler l'état des feux,

- Des cartes permettant de communiquer avec des balises et de contrôler l'état des feux,
- Des cartes permettant de détecter l'entrée ou la sortie du train d'un canton.

Contrôleurs à développer

Le RBC aura deux fonctions essentielles :

- Donner les autorisations de mouvement à chaque train en fonction de sa localisation,
- Contrôler les aiguillages et les feux d'aiguillage afin d'établir automatiquement les itinéraires des trains lors de la traversée des nœuds d'aiguillages.

Le feu tricolore d'entrée dans un itinéraire de nœuds est par défaut rouge. Il ne peut être mis au vert que si l'itinéraire est établi. Supposant par exemple que le train 1 se trouve sur le canton C3 et doit aller sur le canton C12. Le feu FA3 11b est a priori rouge. Une fois les aiguillages A11, A10, A18 et A16 positionnés en biais, l'itinéraire est établi. FA3 11b doit alors être contrôlé au vert et l'autorisation de mouvement donné au train 1.

Remarque : La remise au rouge d'un feu d'aiguillage comme la gestion de l'état des feux de ligne est gérée par une carte de contrôle automatique de l'infrastructure.

Les fonctions d'un EVC sont les suivantes :

- Recevoir les consignes de missions de la part du superviseur,
- Localiser la position du train par odométrie,
- Localiser la position du train par système d'émulation du GPS (marvelmind),
- Envoyer sa position au RBC toutes les secondes,
- Demander au RBC des autorisations de mouvement,
- Contrôler la vitesse du train en fonction de la mission à réaliser et de l'autorisation de mouvement courante donnée par le RBC.

Une autorisation de mouvement est une liste de distances et de vitesses autorisées. La vitesse d'un train dépend de la nature de la voie. En ligne droite, la vitesse maximale autorisée est de 45 cm/s. Dans les virages, la vitesse maximale autorisée est de 30 cm/s. Dans les itinéraires d'aiguillage, la vitesse maximale autorisée sera de 20 cm/s. Par exemple, lorsque le train 1 arrive sur le canton C1 en provenance du canton C9, il a une vitesse de 20 cm/s (traversé d'A2). S'il doit faire un nouveau cycle, son autorisation de mouvement donnée par le RBC pourra être la liste suivante : (C2, 45 cm/s) et (C3, 30 cm/s). Cela signifie qu'il pourrait parcourir C1 et C2 à la vitesse de 45 cm/s mais que dès qu'il entre en C3, il devra avoir une vitesse maximale de 30 cm/s.

Dès qu'il arrive sur le dernier canton de son autorisation de mouvement, le train doit demander une nouvelle autorisation de mouvement. En absence de cette autorisation de mouvement, il doit décélérer conformément à la courbe de freinage du KVB (cf. Annexe) de manière à s'arrêter lorsqu'il atteint son EOA (fin d'autorisation de mouvement). Si par contre, il obtient une nouvelle autorisation de mouvement, il doit poursuivre sa route voire ré-accélérer pour respecter cette autorisation de mouvement. Lorsque le train est sur un canton jaune (canton précédent un canton occupé), il doit également décélérer pour s'arrêter à la fin de son EOA.

3. Travail demandé

T1 - Modéliser par Réseau de Petri ordinaire le fonctionnement des trains de manière à garantir qu'il y n'y a pas de collision. On utilisera l'outil CPN Tools.

T2 - En tenant compte des vitesses, transformer le modèle précédent pour en faire un RdP T-temporisé sous CPN Tool. Simuler le modèle en supposant que les 3 trains démarrent en même temps et que le train doit faire 10 tours de son circuit, le train 2 10 tours et le train 3, 8 tours.

T3 - Proposer une messagerie industrielle afin de permettre le dialogue entre les EVC et le RBC.

T4 - Implémenter le RBC pour gérer les autorisations de mouvement et la commande l'infrastructure.

T5 - Implémenter les EVC de manière à ce que chaque train remplisse sa mission conformément aux autorisations de mouvement reçus. On implémentera une régulation de vitesse conforme à ses autorisations de mouvement.

T6 - Implémenter une supervisions industrielle sur PCVUE afin de pouvoir transmettre aux trains la mission à réaliser (nombre de tours) et de positionner en temps réel le train sur une map d'UniRAIL. On prévoira des commandes afin de contrôler des trains à partir du superviseur.

T7- Configuration du RBC et des EVC, ainsi que des processus de contrôle/commande obtenir un fonctionnement proche du temps réel.

T8 – Tests de performance de l'application implémenté et comparaison avec les performances obtenues en simulation.

4. Annexes

- Annexe plan général UniRAIL
- Annexe circulation UniRAIL
- Présentation de programmation de l'avance d'un train avec l'API UniRAIL
- Code_exemple_avance_train_UniRAIL
- Détermination des paramètres à bord du KVB
- Annexe longueur entre balises (cantons)
- Annexe fonctionnement commande de l'Infrastructure
- Annexe synoptique IntraTrame